
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2015/2016

December 2015 / January 2016

EMH 332 – Applied Thermodynamics
[Termodinamik Gunaan]

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

Please check that this paper contains **EIGHT** printed pages, **ONE** page Appendix and **SIX** questions before you begin the examination.

*[sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN** mukasurat beserta **SATU** mukasurat Lampiran dan **ENAM** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

Appendix/Lampiran :

1. Formula for IC Engines

[1 **page**/mukasurat]

INSTRUCTIONS : Answer **FIVE** questions.

*[**ARAHAN :** Jawab **LIMA** soalan sahaja.]*

Answer Questions In English OR Bahasa Malaysia.

[Jawab soalan dalam Bahasa Inggeris ATAU Bahasa Malaysia.]

Answer to each question must begin from a new page.

[Jawapan bagi setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

NOTE:

Properties of Thermodynamics Table will be provided.

Jadual Sifat Termodinamik akan dibekalkan.

- Q1. [a] Explain the Dalton's law of gas mixture and how it can be used for real gases.**

Terangkan hukum Dalton bagi gas campuran dan bagaimana ianya digunakan pada gas sebenar.

(20 marks/markah)

- [b] For a closed system of an adiabatic mixing chamber, show that the temperature of mixing for any other of ideal gases is given as**

Bagi sebuah sistem campuran adiabatik, tunjukkan suhu campuran bagi semua gas unggul diberikan sebagai

$$T = \frac{\sum n_i c_{vi} T_i}{\sum n_i c_{vi}}$$

(30 marks/markah)

- [c] 0.2kg of saturated air is contained in a rigid tank along with water vapor at 180°C and 1.2MPa. Calculate:**

0.2kg udara tepu terkandung di dalam sebuah tangki tegar bersama wap air pada 180°C dan 1.2MPa. Kirakan:

- [i] Heat required to be transferred to cool the mixture to 100°C.**

Haba diperlukan untuk dipindahkan bagi menyejukkan campuran kepada 100°C.

- [ii] Amount of moisture will be condensed in this process.**

Amaun wap yang akan terperluap dalam proses ini.

(50 marks/markah)

- Q2. [a] Explain briefly the sweating phenomena on a glass surface filled with ice cubes.**

Terangkan secara ringkas fenomena berpeluh pada permukaan gelas yang diisi dengan kiub ais.

(20 marks/markah)

- [b] Assuming vapor and dry air mixture is a perfect gas, show that the specific humidity ω can be determined by:**

Dengan anggapan wap dan udara kering adalah gas sempurna, tunjukkan kelembapan tentu boleh ditentukan dengan:

$$\omega = 0.622 \left(\frac{P_s}{P - P_s} \right)$$

(30 marks/markah)

- [c] 100kg dry air is mixed with 100kg dry saturated moist air and the result is a mixture of 50% RH at 20°C. Use the chart to determine:**

100kg udara kering tercampur dengan 100kg udara basah tepu kering dan keputusan campuran adalah 50% RH pada 20°C. Dengan menggunakan carta tentukan:

- [i] The original temperature of the moist air.**
Suhu asal udara basah.
- [ii] The dew point temperature of the final mixture.**
Suhu titik embun bagi campuran akhir.
- [iii] The molecular weight (kg/kmol) of the final mixture.**
Berat molekul (kg/kmol) bagi campuran akhir.

(50 marks/markah)

Q3. [a] Explain briefly with example the phenomena of incomplete combustion.

Terangkan secara ringkas dengan contoh fenomena pembakaran tak lengkap.

(20 marks/markah)

[b] Calculate the temperature at which 10% of hydrogen gas (H_2) dissociates into hydrogen (H) at the pressure of 1 bar.

Kirakan suhu bagi 10% gas hidrogen (H_2) bertindak balas dalam dua arah kepada hidrogen pada tekanan 1 bar.

(30 marks/markah)

[c] An unknown hydrocarbon is burnt with dry air. The volumetric analysis of the products on dry basis is 12.5% CO_2 , 0.5% CO , 3% O_2 and 84% N_2 . Calculate:

Suatu hidrokarbon yang tidak diketahui dibakar dengan udara kering. Analisa isipadu bagi produk berdasarkan kekeringan adalah 12.5% CO_2 , 0.5% CO , 3% O_2 dan 84% N_2 . Kirakan:

[i] Air-fuel ratio.

Nisbah udara-bahanapi.

[ii] Percentage of the theoretical air used.

Peratus bagi teori udara yang digunakan.

[iii] Fraction of the H_2O which condenses as the products are cooled to $20^\circ C$ at 100kPa.

Pecahan H_2O yang terperluap sebagai produk yang disejukkan kepada $20^\circ C$ pada 100kPa.

(50 marks/markah)

Q4. [a] Compare between four-stroke and two-stroke engines.

Bandingkan di antara enjin empat-lejang dan dua-lejang.

(40 marks/markah)

[b] In an ideal Diesel engine, air-fuel mass ratio is 50:1. Air temperature at the beginning of compression is 60°C and compression ratio is 14:1. Draw PV diagram for the cycle and determine the ideal thermal efficiency of the engine. Given fuel LHV is 42000kJ/kg; γ is 1.4; c_p is 1.004 kJ/kg.K ; c_v is 0.717kJ/kg.K.

Sebuah enjin diesel, nisbah jisim udara-bahanapi adalah 50:1. Suhu udara pada permulaan mampatan adalah 60°C dan nisbah mampatan adalah 14:1. Lakarkan gambarajah PV untuk kitar dan tentukan kecekapan terma unggul bagi enjin. Diberi bahanapi LHV= 42000kJ/kg; $\gamma = 1.4$; c_p ialah 1.004 kJ/kg.K ; c_v ialah 0.717kJ/kg.K.

(60 marks/markah)

Q5. [a] Explain with the aid of a graph, the effect of air-fuel ratio on SFC and Bmep in gasoline engines.

Terangkan dengan bantuan sebuah graf, kesan nisbah udara-bahanapi ke atas SFC dan Bmep dalam enjin gasoline.

(30 marks/markah)

[b] A four cylinder four-stroke gas engine fueled by natural gas (assume 100% CH₄) was operated at stoichiometric combustion condition. Following data were recorded:

Sebuah enjin gas lejang-empat empat silinder berbahanpi gas asli (anggapkan 100% CH₄) beroperasi pada keadaan pembakaran stoikiometri. Data berikut telah dilaporkan:

Air density = 1.16 kg/m³

Ketumpatan udara= 1.16 kg/m³

Bore = 8 cm

Lubang= 8cm

Stroke = 12 cm

Lejang = 12cm

Engine speed = 2500rpm

Laju enjin = 2500rpm

Brake torque = 120N.m

Tork brek = 120N.m

Fuel consumption = 10kg/h

Penggunaan bahanapi = 10kg/h

Fuel LHV = 50MJ/kg

LHV bahanapi = 50MJ/kg

Calculate:

Kirakan:

[i] Air-fuel ratio

Nisbah udara-bahanapi

[ii] Brake power

Kuasa brek

[iii] Brake thermal efficiency

Kecekapan terma brek

[iv] Brake mean effective pressure (Bmep)

Tekanan berkesan purata brek (Bmep)

[v] Specific fuel consumption (SFC)

Penggunaan bahanapi tentu (SFC)

[vi] Volumetric efficiency.

Kecekapan isipadu.

(70 marks/markah)

- Q6. [a] Prove that the work of reciprocating compressors is as shown in the following equation:**

Buktikan kerja bagi pemampat berlejang seperti ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$\text{Compressor work per cycle} = \frac{n}{n-1} P_{in} V_{ind} \left\{ r_P^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right\}$$

(30 marks/markah)

- [b] As a designer, you have been asked to choose a compressor from two brands. The compressor intake is at SSL conditions and the required free air delivery (FAD) and output pressure are 0.03m³/s and 10bar, respectively. Assume the index of compression is 1.3 and the clearance volume is 5% of the swept volume for both compressors. Compressors specifications are shown in Table Q6[b]. Calculate the unknown quantities in the table (rewrite the table with complete data in your answer sheet). Given c_p is 1.004 kJ/kg.K.**

Sebagai seorang pereka bentuk, anda diarahkan untuk memilih sebuah pemampat daripada dua jenama. Pemampat masukkan adalah pada keadaan SSL dan penghantar udara bebas (FAD) dan tekanan keluaran masing-masing adalah 0.03m³/s dan 10bar. Anggapkan indeks pemampat ialah 1.3 dan isipadu teruang adalah 5% isipadu tersapu bagi kedua-dua pemampat. Spesifikasi pemampat adalah seperti ditunjukkan dalam Jadual S6[b]. Kirakan kuantiti yang tidak diketahui di dalam jadual tersebut (tuliskan kembali jadual dengan data lengkap dalam kertas jawapan anda). Diberi c_p ialah 1.004 kJ/kg.K.

Table Q6[b]
Jadual S6[b]

	Compressor/Pemampat 1	Compressor/Pemampat 2
Bore/lubang (mm)	300	350
Stroke/lejang (mm)	150	120
Stages/peringkat	One stage/Peringkat Satu	Two stages/Peringkat Dua
Intercooling/penyejukan antara	No/Tidak	Yes (Ideal intercooling)/Ya (Antara penyejuk unggul)
Inter-stage pressure/tekanan antara peringkat	Not applicable/ Tidak berkenaan	?
Rotation speed/laju putaran (rev/min)	?	?
Volumetric efficiency/kecekapan isipadu	?	?
Indicated power/kuasa tercatat (kW)	?	?
Isothermal efficiency/kecekapan isoterma	?	?
Heat rejected form cylinders/haba dikeluarkan daripada silinder	?	?
Heat rejected form intercooler/haba dikeluarkan daripada penyejuk antara	Not applicable/ Tidak berkenaan	?

(70 marks/markah)

-oooOooo-

APPENDIX 1
LAMPIRAN 1

Formula for IC engine

$$r = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$MEP = \frac{W_{net}}{V_{\max} - V_{\min}} = \frac{w_{net}}{v_{\max} - v_{\min}}$$

$$\eta_V = \frac{\dot{m}_a}{\rho_a V_d \left(\frac{N}{60}\right) N_c} \quad \text{for 2-stroke}$$

$$\eta_V = \frac{2\dot{m}_a}{\rho_a V_d \left(\frac{N}{60}\right) N_c} \quad \text{for 4-stroke}$$

$$bp = \frac{Bmep \times ALNn}{2 \times 60} \quad \text{for 4-stroke}$$

$$bp = 2\pi NT / 60$$

$$sfc = \frac{\dot{m}_{fuel} \times 3600}{bp}$$

$$\eta_{bp} = \frac{bp}{\dot{m}_{fuel} \times LHV_{fuel}}$$